

⑪ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3405273 A1**

⑤ Int. Cl. 4:  
**C03 B 5/02**

⑳ Aktenzeichen: P 34 05 273.9  
㉔ Anmeldetag: 15. 2. 84  
㉕ Offenlegungstag: 5. 9. 85

DE 3405273 A1

㉑ Anmelder:  
Sorg-GmbH & Co KG, 8770 Lohr, DE

㉒ Vertreter:  
Schulze Horn, S., Dipl.-Ing. M.Sc.; Hoffmeister, H.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 4400 Münster

㉓ Erfinder:  
Pieper, Helmut, Dipl.-Ing., 8770 Lohr, DE

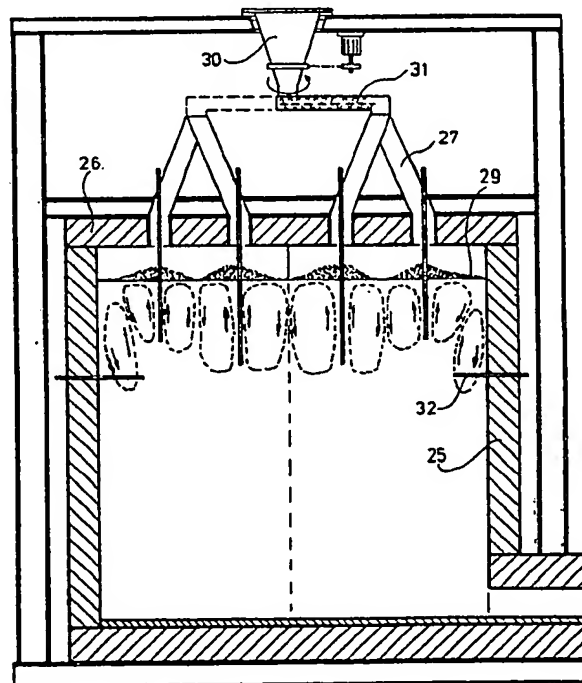
Bestandteil

BEST AVAILABLE COPY

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Betreiben eines Elektroglasschmelzofens und Glasschmelzofen

Verfahren zum Betreiben eines Elektroglasschmelzofens, wobei das Gemenge oben auf die Schmelze aufgegeben und das geläuterte und homogenisierte Glas unten durch einen Auslaß in dem die Schmelze umgebenden Feuerfest-Mauerwerk abgezogen wird, wobei der Glasschmelze die Energie über in diese eintauchende Elektroden zugeführt wird, von denen mindestens drei die Ofenwandungen durchdringen und wobei erfindungsgemäß mindestens drei weitere Elektroden von oben durch das Gemenge hindurch in das Glasbad eindringen und Mittel vorhanden sind, um das Gemenge im Bereich dieser Elektroden auf das Glasbad aufzulegen sowie Glasschmelzofen zur Anwendung dieses Verfahrens mit einem das Mauerwerk überspannenden Gewölbe oder einer entsprechenden Decke, bei der von oben eintauchende Elektroden (28) mittig in Gemengeaufgabeschächten (27) des Abschlusses (26) angeordnet sind, in denen das Gemenge auf die Badoberfläche (29) in Ringen um die Elektroden herum herabfällt.



DE 3405273 A1

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Betreiben eines Elektroglasschmelzofens, wobei das Gemenge oben auf die Schmelze aufgegeben und das geläuterte und homogenisierte Glas unten durch einen Auslaß in dem die Schmelze umgebenden Feuerfest-Mauerwerk abgezogen wird, wobei der Glasschmelze die Energie über in diese eintauchende Elektroden zugeführt wird, von denen mindestens drei die Ofenwandungen durchdringen, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens drei weitere Elektroden von oben durch das Gemenge hindurch in das Glasbad eindringen und Mittel vorhanden sind, um das Gemenge im Bereich dieser Elektroden auf das Glasbad aufzulegen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gemengeauflage im Kreis um jede der von oben eintauchenden Elektroden herum erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens sechs in der Wand angeordneten Elektroden der Stromfluß zwischen benachbarten Elektroden verläuft.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens sechs von oben eintauchenden Elektroden der Stromfluß von einer zur jeweils gegenüberliegenden Elektrode verläuft.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei radial unterschiedlich angeordneten von oben eintauchenden Elektroden bei den äußeren der Stromfluß jeweils zwischen benachbarten Elektroden verläuft.
6. Glasschmelzofen zur Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem das Mauerwerk (25) überspannenden oberen Abschluß (26), dadurch gekennzeichnet, daß die von oben eintauchenden Elektroden (28) mittig in Gemengeaufgabeschächten (27) des Abschlusses (26) angeordnet sind, in denen das Gemenge auf die Badoberfläche (29) herabfällt.
7. Glasschmelzofen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein zentraler Gemengeaufgabetrichter (30) vorhanden ist, unter dem ein sich drehendes Fördermittel (31) angeordnet ist, welches das Gemenge in die kreisförmig angeordneten Gemengeaufgabeschächte (27) abwirft.

8. Glasschmelzofen nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei konzentrisch angeordneten Elektroden und Aufgabeschächten (27) jeweils mindestens zwei zu gemeinsamen Abwurfpunkten des Fördermittels (31) zusammengeführt werden.
9. Glasschmelzofen nach Anspruch 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Elektroden mit einer dünnen Aluminiumoxyd- oder Zirkonoxyschicht überzogen sind.

15.12.84

4

3405273

Anmelder: Sorg GmbH & Co KG

Im Aller 23

8770 Lohr / Main

Titel: Verfahren zum Betreiben eines Elektroglasschmelz-  
ofens und Glasschmelzofen

Vertreter: Patentanwälte

Dipl. Ing. S. Schulze Horn M. Sc.

Dr. H. Hoffmeister

Goldstraße 36

4400 Münster

15.02.64  
- 4 -  
5

3405273

## Verfahren zum Betreiben eines Elektroglasschmelzofen und Glasschmelzofen

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Elektroglasschmelzofens, wobei das Gemenge oben auf die Schmelze aufgegeben und das geläuterte und homogenisierte Glas unten durch einen Auslaß in dem die Schmelze umgebenden Feuerfest-Mauerwerk abgezogen wird, wobei der Glasschmelze die Energie über in diese eintauchende Elektroden zugeführt wird, von denen mindestens drei die Ofenwandungen durchdringen, sowie einen Glasschmelzofen zur Anwendung dieses Verfahrens mit einem das Mauerwerk überspannenden Gewölbe oder einer Decke.

Bei diesen bekannten vollelektrischen Glaswannen, wie sie z. B. in der US-PS 3 742 111 (Pieper) oder der veröffentlichten europäischen Patentanmeldung 60 691 (Corning) beschrieben werden, sind die Elektroden entweder von der Seite, vom Boden oder ausschließlich von der Decke her in das Glasbad eingeführt worden.

Der Einbau im Boden hat den Nachteil, daß die erzeugten Strömungen bis zum Boden durchgehen und damit eine gleichmäßige Homogenisierung und Läuterung nicht mehr

möglich ist. Beim Einbau der Elektroden in der Wand kommt es zwangsläufig zu einer Abströmung in der Mitte der Wanne, die schwer kontrollierbar ist. In diesem Bereich wird angeschmolzenes Gemenge und kaltes Glas nach unten geführt und strömt dann wieder zu den Elektroden. Eine solche Strömungswalze ist um so nachteiliger, je stärker sie ausgebildet ist, da man nicht davon ausgehen kann, daß sämtliche Partikel, die in den unteren Wannenbereich kommen, auch so lange im Strömungsfeld verbleiben, bis eine einwandfreie Läuterung erzielt worden ist. Man muß vielmehr damit rechnen, daß auch nicht homogenisierte oder nicht geläuterte Teile von Glas absinken und durch den Auslaß ausströmen und damit die Glasqualität beeinflussen.

Eine Elektrowanne arbeitet um so besser, je gleichmäßiger die Verteilung der Elektroenergie über die Fläche und die Tiefe gewährleistet wird, wenn die Temperaturen in den verschiedenen Höhen der Wanne auf verschiedene Werte eingestellt werden können, um den Vorgang des Schmelzens und Läuterns optimal gestalten zu können.

An den Elektroden kommt es zwangsläufig bei jeder Art von Elektrowanne zu sehr starken Energiekonzentrationen, die die Ursache für eine verstärkte Strömungsbildung,

ausgehend von den Elektroden spitzen, ist. Bei der herkömmlichen Elektrowanne mit Seitenelektroden führt das dazu, daß im Randbereich die Temperaturen höher sind als in der Mitte der Wanne. Dazu kommt, daß im Randbereich eine erhebliche Strömungsgeschwindigkeit beobachtet wird. Die Folge von erhöhter Geschwindigkeit und erhöhter Temperatur im Randbereich ist ein starker Verschleiß des Feuerfest-Mauerwerks, so daß diese Anlagen nachteilig u. U. nur etwa die Hälfte der Lebensdauer von konventionellen Wannen erreichen. .

Bei den vorstehend bezeichneten Schmelzwannen mit Hängeelektroden wurde zur Verringerung dieses Verschleißes eine Molybdänauskleidung des gesamten Wannenbeckens vorgenommen. Diese Molybdänauskleidung verhindert aber den Einbau von seitlichen Elektroden, da der Strom sonst über die Molybdänauskleidung und nicht über das Glas fließen würde. Die Folge ist, daß bei dieser Art der Schmelzwanne das eben beschriebene Strömungsprofil vollständig umgedreht wird, das heißt, daß in der Mitte wesentlich höhere Strömungsgeschwindigkeiten und Temperaturen herrschen als am Rand, so daß es am Rand zu einer starken Abströmung kommt. Diese Abströmung kann zu schlechterer Glasqualität führen, wenn nicht das gesamte Temperaturniveau der Wanne erheblich angehoben wird, was aufgrund der Auskleidung zwar möglich ist, aber nachteilig



lig auch zu höherem Energieaufwand führt. Die Auskleidung ist darüber hinaus sehr teuer und aufwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, ein Verfahren zum Betreiben eines Elektroschmelzofens sowie einen Ofen zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen, denen die vorgenannten Nachteile nicht mehr anhaften, die es also erlauben, auf besonders kostengünstige und energiesparende Art Glas zu erzeugen.

Der erfindungsgemäße Glasschmelzofen soll dementsprechend eine Lebensdauer entsprechend einem konventionell beheizten Ofen aufweisen, mit ausschließlich elektrischer Energie beheizt werden können und Glas höchster Qualität herstellen können, ohne daß ein besonderer, kostspieliger Aufwand getrieben werden müßte.

Der Ofen gemäß der Erfindung soll mindestens so kostengünstig herstellbar sein, wie bekannte elektrische Glasschmelzöfen und in der Lage sein, auch schwer zu schmelzende Gläser energiegünstig zu verarbeiten.

Insbesondere soll die Gemengeaufgabe vereinfacht und verbessert und der Abbrand der Elektroden ebenso wie der Verschleiß des Feuerfestmaterials wesentlich verringert werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei dem eingangs genannten Verfahren dadurch gelöst, daß mindestens drei weitere Elektroden von oben durch das Gemenge hindurch in das Glasbad eindringen und Mittel vorhanden sind, um das Gemenge im Bereich dieser Elektroden auf das Glasbad aufzulegen.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Gemengeauflage im Kreis um jede der von oben eintauchenden Elektroden herum erfolgen kann, wobei der Auftrieb an der Elektrode ein Absinken des noch nicht geschmolzenen Gemenges sicher verhindern kann.

Bei mindestens sechs in der Wand angeordneten Elektroden kann vorteilhaft der Stromfluß erfindungsgemäß zwischen jeweils benachbarten Elektroden verlaufen, wobei bei mindestens 6 von oben eintauchenden Elektroden der Stromfluß von einer zur jeweils gegenüberliegenden Elektrode verlaufen kann, so daß neben einer Energiekonzentration am Wannenrand eine weitere in der Wannenmitte vorliegt und dort ein Absinken von Gemenge oder ungeläutertem Glas ausgeschlossen werden kann.

Bei radial unterschiedlich, von oben eintauchenden Elektroden kann letztlich bei den äußeren der Stromfluß jeweils zwischen benachbarten Elektroden verlaufen, die

Energieverteilung ist hier also ebenfalls wie direkt am Rand vorgesehen.

Vorrichtungsmäßig wird die erfindungsgemäße Aufgabe dadurch gelöst, daß die von oben eintauchenden Elektroden mittig in Gemengeaufgabeschächten der Decke oder des Gewölbes angeordnet sind, in denen das Gemenge auf die Badoberfläche herabfällt und daß die vorstehende beschriebene Kombination von Wand und von oben eintauchenden Elektroden eine gleichmäßige Temperaturverteilung gewährleistet, bei der Strömungszirkel mit absinkenden Teilchen von ungeläutertem Glas oder Gemenge nicht mehr auftreten.

Zur Beschickung mit Gemenge ist vorteilhaft der erfindungsgemäße Glasschmelzofen derart ausgebildet, daß ein zentraler Gemengeaufgabetrichter vorhanden ist, unter dem ein sich drehendes Fördermittel angeordnet ist, welches das Gemenge in die kreisförmig angeordneten Gemengeaufgabeschächte abwirft.

Bei konzentrisch angeordneten Elektroden und den entsprechenden Aufgabeschächten können vorteilhaft jeweils mindestens ein Schacht des inneren und ein Schacht des äußeren Ringes zu gemeinsamen Abwurfpunkten des Fördermittels zusammengeführt werden, so daß die Beschickung

nur über ein Fördermittel möglich ist.

Der erfindungsgemäße Glasschmelzofen und das Verfahren zu seinem Betrieb bieten eine große Anzahl von Vorteilen, so daß von einer idealen Lösung der anstehenden Probleme gesprochen werden kann.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch eine herkömmliche Glasschmelzwanne mit den darin herrschenden Strömungslinien,

Figur 2 einen Schnitt durch das Oberteil eines Glasschmelzofens gemäß der Erfindung,

Figur 3 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Glasschmelzofen mit den darin entstehenden Strömungslinien,

Figur 4 das Schaltbild eines erfindungsgemäßen Glasschmelzofens mit drei von oben eintauchenden Elektroden,

Figur 5 ein Schaltbild eines Ofens gemäß Figur 4 mit sechs von oben eintauchenden Elektroden,

Figur 6 ein Schaltbild eines erfindungsgemäßen Glasschmelzofens mit vier oben eintauchenden Elektroden und

Figur 7 schließlich die Schaltung eines erfindungsgemäßen Glasschmelzofens mit einer großen Anzahl von in der Wand eingesetzten sowie von oben eintauchenden Elektroden.

Will man bei reinen Elektro-Glasschmelzöfen zur Verbesserung der Leistung und der Glasqualität sowie der Kosten-Leistungs-Relation auf die teure Molybdänauskleidung verzichten, die ohnehin bei oxydierenden Gläsern problematisch ist, weil sie dann starkem Verschleiß unterliegen kann, ist gemäß der Erfindung unumgänglich, daß man in der Seitenwand Elektroden einsetzt, um die durch die im Zentrum der Wanne hängenden Elektroden erzeugte abwärtsgerichteter Randströmung abzufangen. Es hat sich gezeigt, daß man nur etwa insgesamt 20 % der gesamten eingesetzten Energie benötigt, um die Randströmung abzufangen.

Die Zone über den Elektroden stellt dabei eine relativ

ruhige Zone dar, da die gegeneinander gerichteten Strömungen sich quasi aufheben (siehe die eingangs erwähnte US-PS 3 742 111).

Durch die Kombination der Hängeelektroden 28 mit den Wandelektroden 32 ist es möglich, sowohl die Temperatur im Wandbereich auf der gerade erforderlichen Höhe zu halten, als auch die Strömungsgeschwindigkeit erheblich zu reduzieren. Da die Wanne gemäß der Erfindung in der Mitte im Bereich der Hängeelektroden 32 erheblich höhere Temperaturen aufweist, als am Rand, ergibt sich bei gleichen Randtemperaturen eine wesentlich höhere Durchschnittstemperatur und ein wesentlich stärker gegliedertes Strömungsprofil, so daß keine großen durchgehenden Strömungswalzen mehr entstehen können. Beides führt dazu, daß entweder die Wanne mit einer höheren spezifischen Leistung pro  $m^2$  arbeiten kann, oder bei der üblichen Belastung die Temperatur und damit der Energieverbrauch abgesenkt werden, wodurch sich die Lebensdauer der Anlage erheblich erhöht.

Um der Forderung nach verschiedenen Temperaturen über die Badtiefe der Wanne gerecht werden zu können, ist es möglich, die Eintauchtiefe der von oben eintauchenden Elektroden 28 geringer zu halten als der Abstand von den Seitenelektroden 32 zur Glasbadoberfläche 29. Darüber

hinaus können einzelne der Hängeelektroden 28 tiefer oder weniger tief in das Glasbad eingetaucht werden.

Damit dabei die Energiekonzentration bei den tiefer hängenden Elektroden tatsächlich auch im tieferen Teil erreicht wird, können diese Elektroden im Plasmaspritzverfahren mit einer dünnen Aluminiumoxyd- oder Zirkonoxyschicht überzogen werden, die naturgemäß an der Spitze der Elektroden am ehesten ihre isolierende Wirkung verliert.

Die Gemengeaufgabe wird bei der erfindungsgemäßen Glas-schmelzwanne zweckmäßigerweise durch die gleichen Deckenöffnungen erfolgen, durch die die Elektroden 28 hindurchgeführt werden, so daß das Gemenge jeweils auf das Bad an einer Stelle auftrifft, bei der eine maximale Aufwärtsströmung durch die Elektroden 28 erzeugt wird. Dadurch wird das Gemenge gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt, ohne daß mechanische Hilfsmittel wie drehende Verteiler oder dergleichen in der Wanne erforderlich wären.

Zweckmäßigerweise werden die Elektroden der Seitenwand von einem getrennten Transformator (Figur 4 - 7) mit Strom versorgt, um die Strömungsgeschwindigkeit und die Temperatur im Randbereich gegenüber dem in der Mitte der

Wanne separat einstellen zu können. Die Schaltung der Elektroden 32 im Randbereich kann dabei im Dreieck erfolgen, wobei zweckmäßigerweise abwechselnd die drei Phasen um die Peripherie der Wanne verteilt werden, so daß der Stromfluß zur jeweils benachbarten Elektrode erfolgt. Bei größeren Wannen können die Hängeelektroden 28 im Kreis angeordnet sein, wobei im Zentrum dieses Kreises und damit im Zentrum der Wanne, wiederum eine Elektrode oder mehrere angeordnet sein können, die vom Mittelpunktsteiter des gleichen Transformators 34 gespeist werden können.

Auf diese Weise ergibt sich eine sehr gleichmäßige Energieverteilung, die über die Fläche gesehen zu geringen Temperaturunterschieden führt, so daß starke und schnelle Strömungen vermieden werden. Die Figuren 4 bis 7 zeigen einige Schaltungsvarianten, die beim Bau dieser Glasschmelzwanne je nach Größe der Anlage angewandt werden können.

Die Sternelektrode (Anschluß 18) kann dabei (Figur 6) über einen Zusatztransformator 35, eine positive oder negative Spannung gegenüber den anderen Elektroden 28 erhalten, um so die Temperaturverstellung optimal einstellen zu können.



Die Elektroden 28 sind zweckmäßigerweise in ihrer Halterung so angebracht, daß verschiedene Eintauchtiefen eingestellt werden können, wobei eine Wasserkühlung beim Übergang vom Halter zur Elektrode 28 gewährleistet, daß die Elektroden im Bereich des Gemenges und damit der Oxydation eine Temperatur aufweisen, die unterhalb der Oxydationstemperatur von Molybdän, also  $550^{\circ}\text{C}$  liegt.

Wenn die Gemengezuführungen durch schräg angeordnete Aufgabeschächte 27 so erfolgt, daß alle Eingänge den gleichen Abstand vom Mittelpunkt der Wanne aufweisen, läßt sich die Gemengebeschickung durch drehende Schnecken oder eine drehende Vibrationsrinne 31 mit geringem Aufwand durchführen.

In den Figuren ist das Gewölbe bzw. die Decke mit 26 und das Wannenmauerwerk mit 25 bezeichnet, während die Bezugszahlen 1 bis 21 die einzelnen Elektroden und zugleich den dazugehörigen Leiter bzw. Transformatorausgang bezeichnen, so daß die einzelnen Schaltungen leicht überschaubar sind.

Im übrigen wird der erfindungsgemäße Ofen nach Kriterien konstruiert, die dem Stand der Technik angehören und dem

15-11  
- 13 -  
/ 17

3405273

Fachmann bekannt sind. Es erübrigt sich also, diese im Detail zu beschreiben. Verwiesen wird in diesem Zusammenhang besonders auf die zahlreichen anderen Patentanmeldungen und Patente der Anmelderin.

- 18 -  
- Leerseite -

3405273

- 25 -

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 05 273  
C 03 B 5/02  
15. Februar 1984  
5. September 1985

Fig. 1

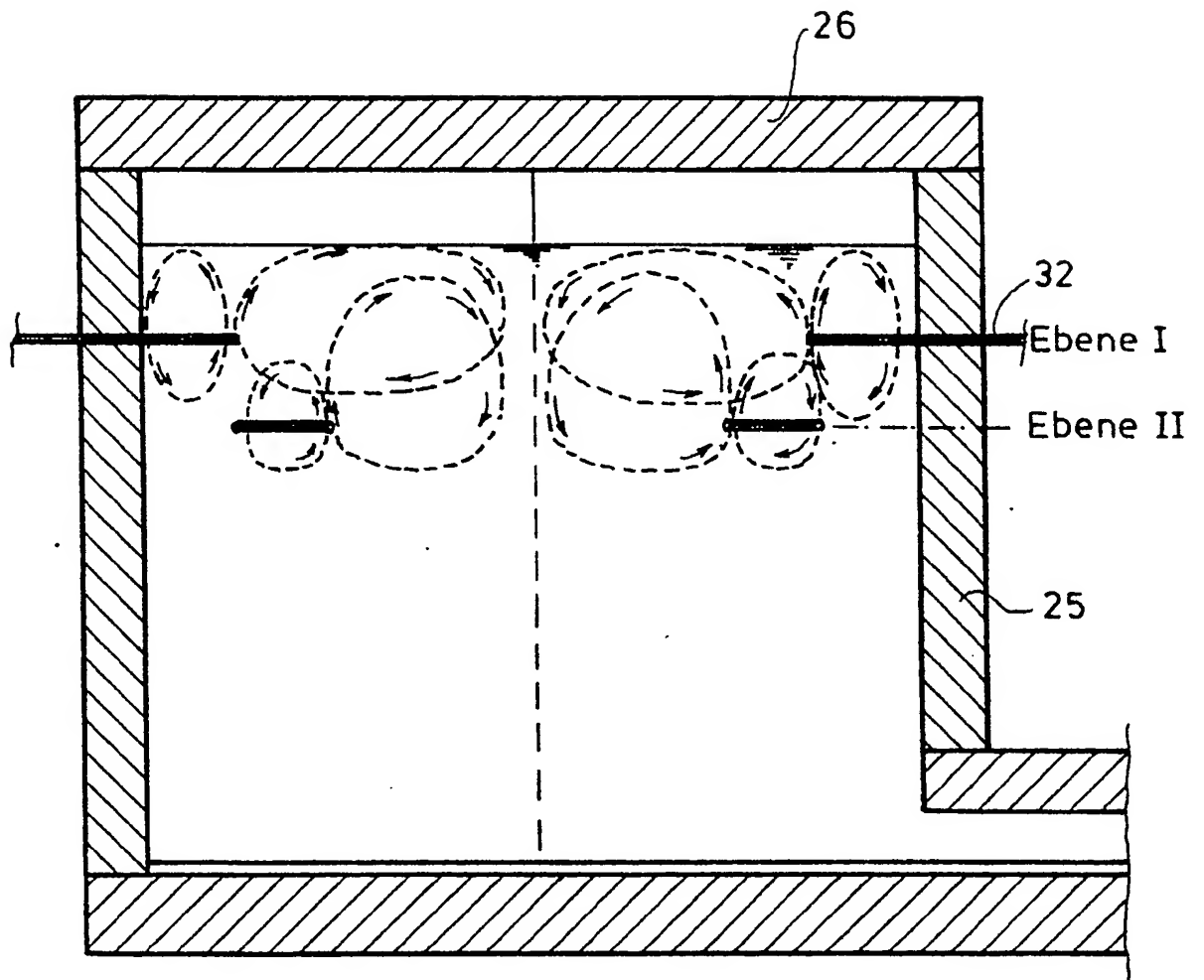


Fig.2

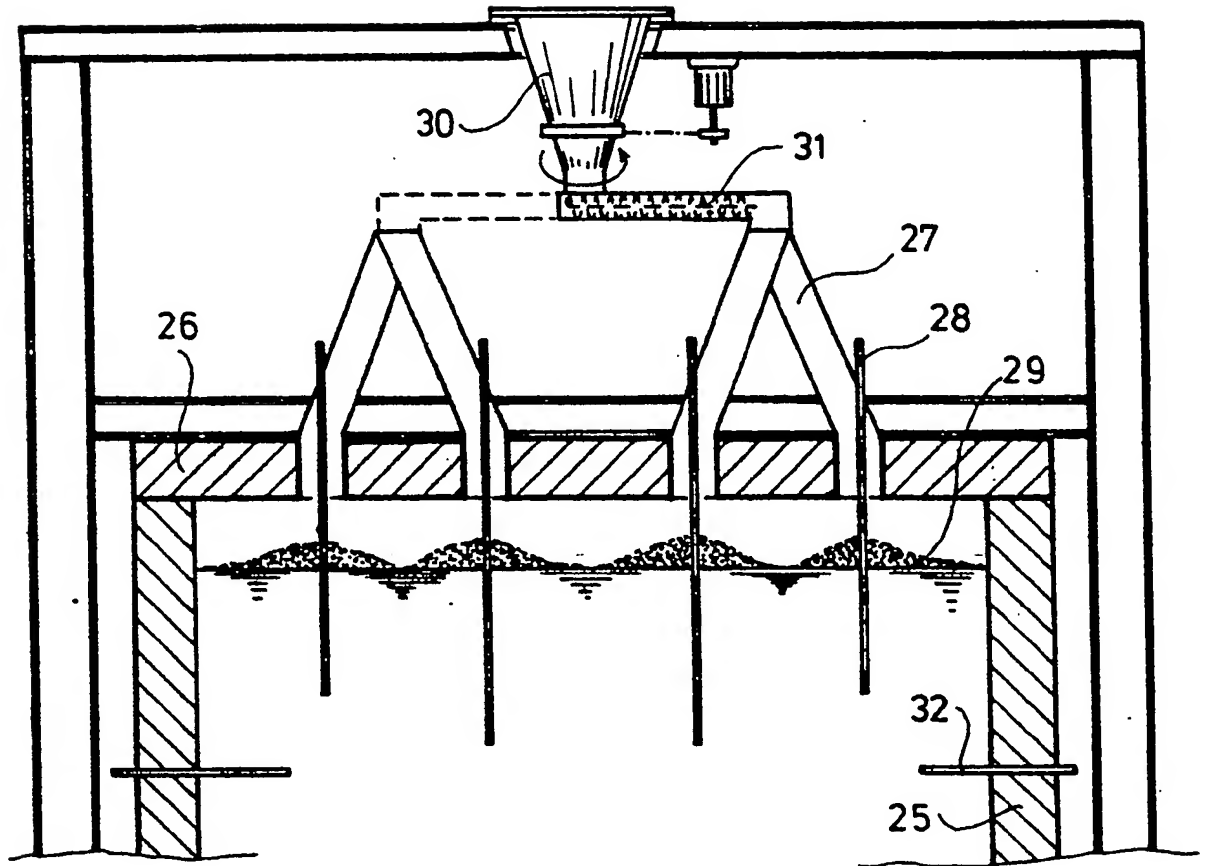


Fig. 3

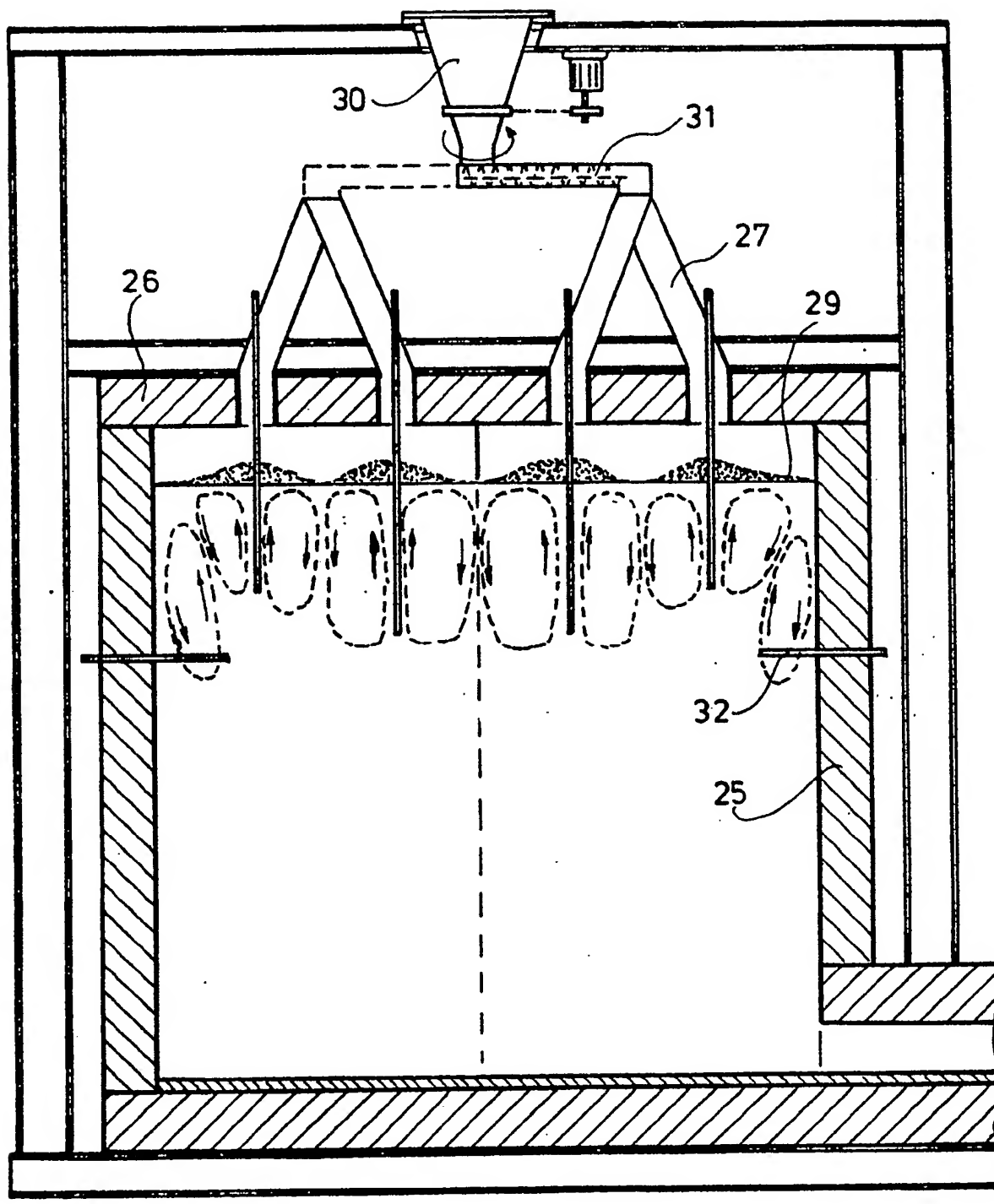


Fig. 4

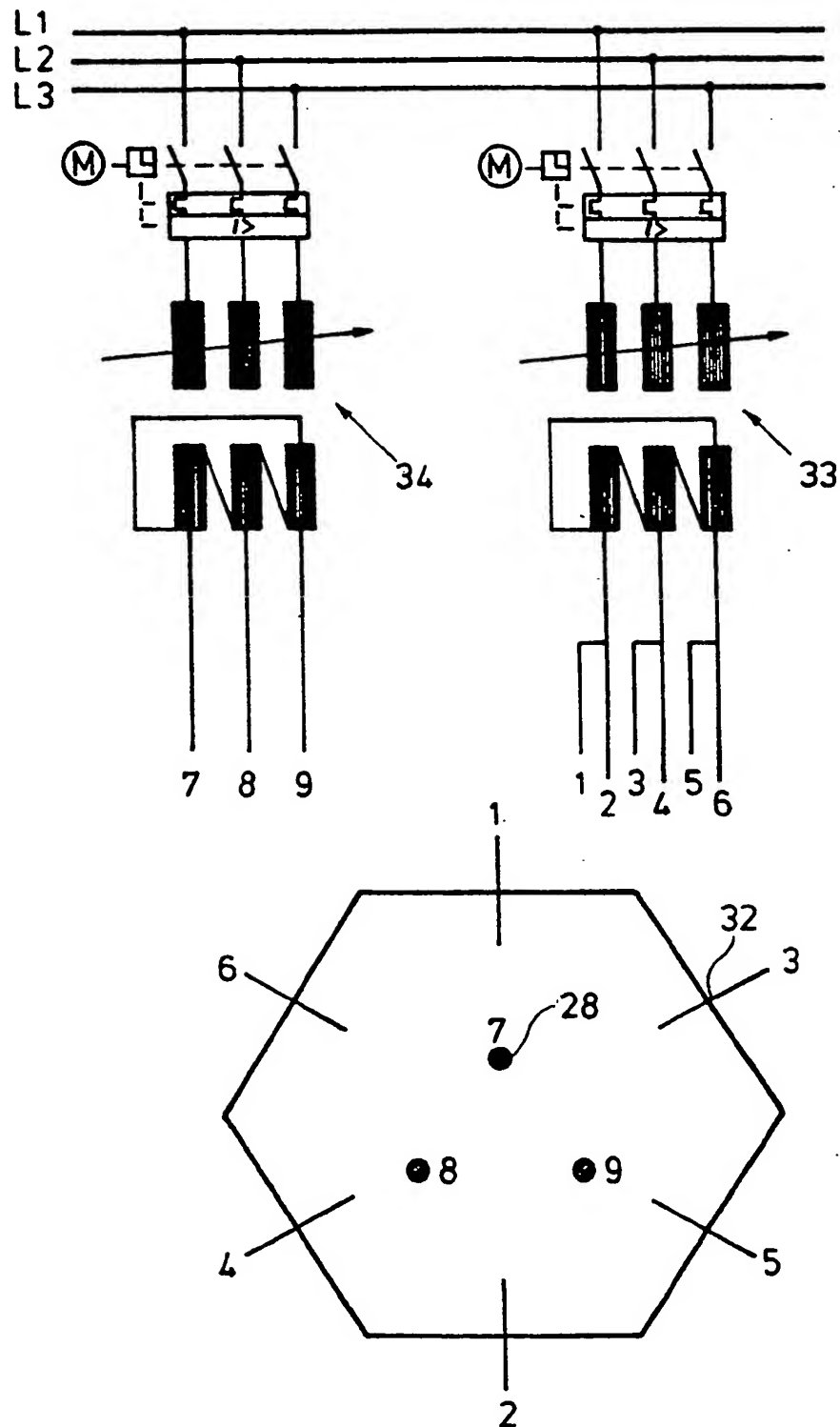






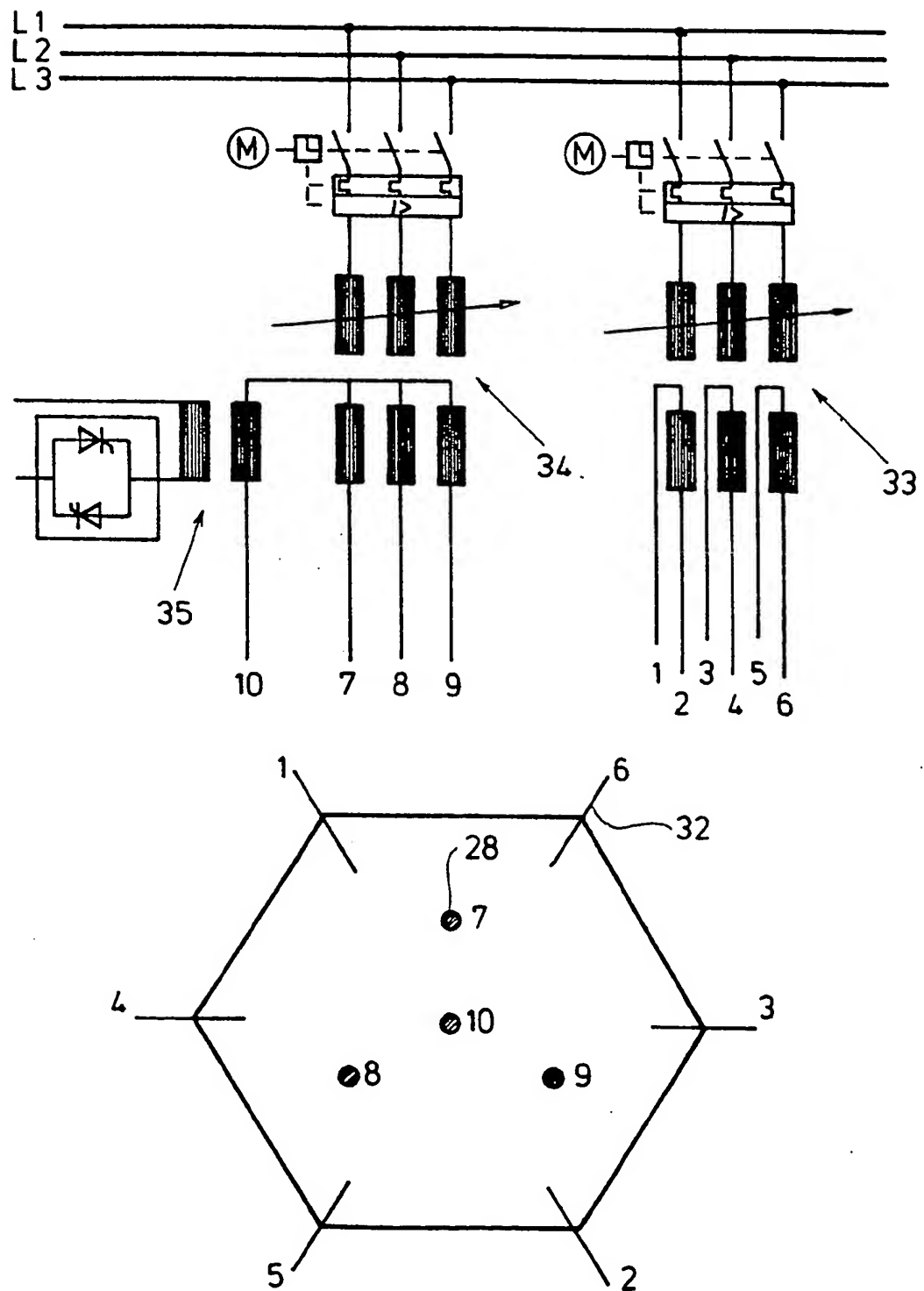
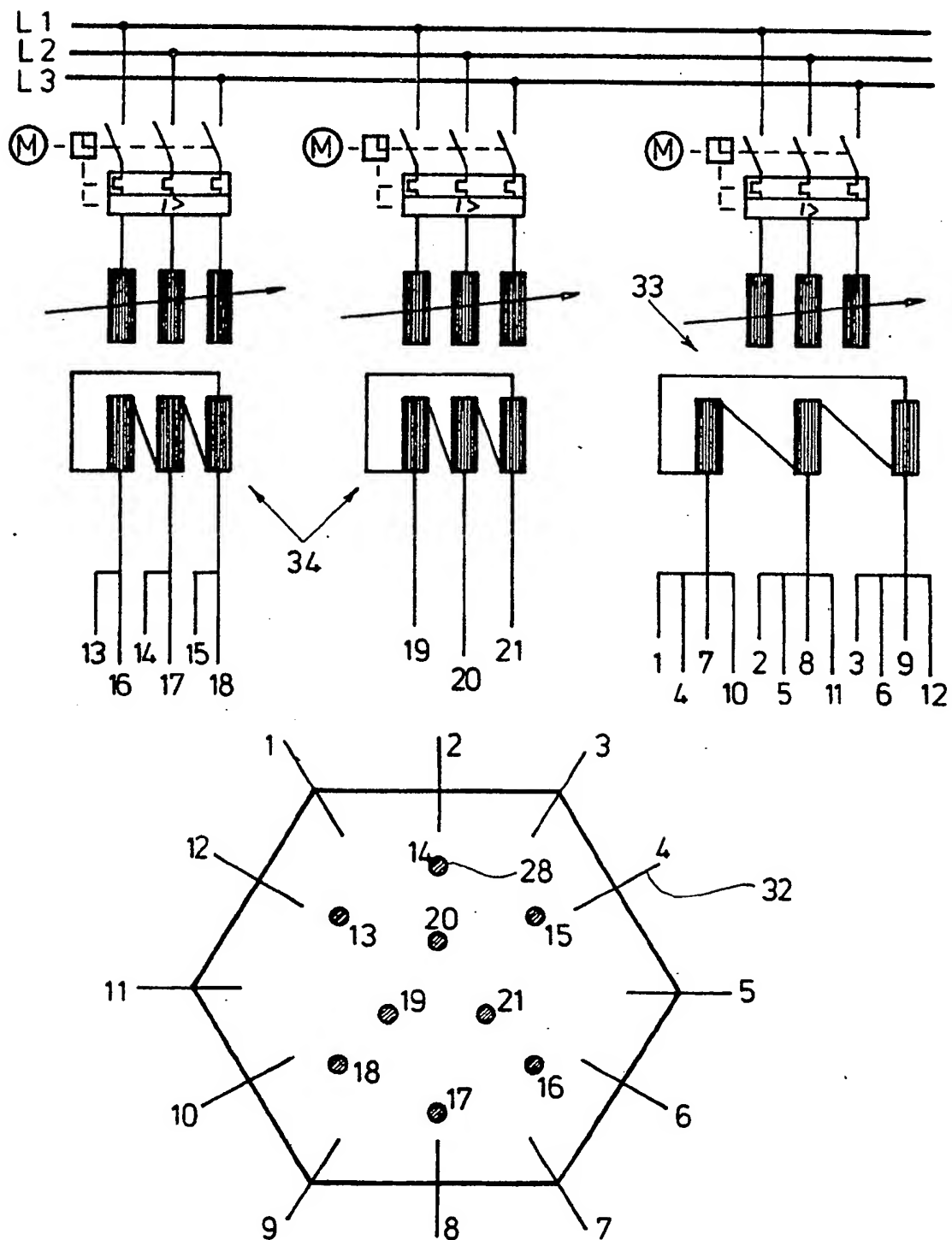
Fig. 6

Fig. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**